

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА СВОЙСТВА КОЛЕС ИЗ СПЛАВА АК12

Кузьмичева А.Е.¹, Окладникова Н.В.², Дроздова Т.Н.¹

Научный руководитель проф. д-р техн. наук. Горбунов Ю.А.^{1,2}

¹Сибирский федеральный университет,

²Литейно-прессовый завод «Сегал» г. Красноярск

afonina-anyu@mail.ru

В работе проведена оценка влияния магния, марганца и хрома на механические свойства колес из сплава АК12. Регрессионным анализом установлено, что введение хрома приводит к повышению механических свойств колес, а магний и марганец приводят к снижению как прочностных, так и пластических характеристик в зоне обода колеса.

Анализ литературы позволил выявить элементы, положительно влияющие на свойства сплава АК12, к ним относятся медь, магний, марганец и хром. Основными легирующими элементами в силуминах являются медь и магний. Эти элементы способствуют повышению прочности и твердости, но снижают показатели пластичности силуминов [1]. Влияние меди и магния связано одновременно с изменением нескольких структурных факторов: чем их больше в силуминах, тем выше легированность алюминиевого раствора, больше количество дополнительных избыточных фаз кристаллизационного происхождения и вторичных выделений [2]. Медь снижает коррозионные свойства, а это недопустимо для дисков колес, эксплуатирующихся в агрессивных условиях дорожных покрытий. Марганец и хром связывают железо в различные железосодержащие фазы более благоприятной морфологии, по сравнению с пластинчатой фазой Al_5FeSi [3].

Цель работы – изучение влияния добавок магния, марганца и хрома на механические свойства колес из сплава АК12. Для установления связей между механическими свойствами колес и легирующими элементами использовали методы регрессионного анализа. Множественному регрессионному анализу были подвергнуты колеса с содержанием магния 0,07–0,13 %, концентрацию марганца изменяли в пределах 0,0005–0,35 %, а хром в интервале 0,001–0,18 %.

По результатам множественного регрессионного анализа получены уравнения регрессии, связывающие механические свойства при испытании на растяжение с дополнительно введенными легирующими элементами. Полученное уравнение в общем виде имеет следующий вид:

$$y = b_0 + b_1 C_{Mg} + b_2 C_{Mn} + b_3 C_{Cr}$$

где – механические свойства (σ_b , МПа; $\sigma_{0,2}$, МПа; δ , %);

b_n – коэффициенты уравнений;

C_{Mg} , C_{Mn} , C_{Cr} – концентрация магния, марганца и хрома, %.

В таблице приведены коэффициенты уравнений множественной регрессии зависимости механических свойств сплава АК12 от концентрации легирующих элементов.

Таблица – Регрессионные коэффициенты уравнения связи механических свойств сплава АК12 с легирующими элементами

Свойство	Зона	b_0	b_1	b_2	b_3	Диапазон y	$F_{расч}$	$F_{таб}$
Предел прочности, МПа	Обод	198	– 60	–111,2	164	179–202	6,28	3,41
	Спица	190,5	– 45,9	– 12,7	– 6,2	175–194	0,97	3,05
	Ступица	199	– 181,7	– 57,5	118,4	165–195	1,54	3,16
Условный предел текучести, МПа	Обод	113,6	– 11,3	– 180,9	186,7	81–115	10,82	3,41
	Спица	91,3	112,9	– 54,1	52,8	82–111	1,71	3,05
	Ступица	97,6	7,9	– 60	95,5	81–113	0,39	3,16
Относительное удлинение, %	Обод	16,7	– 61,7	– 34,7	57,2	8–16	6,79	3,41
	Спица	11,8	– 13,8	– 5,8	14,3	8–15	0,40	3,05
	Ступица	14,8	– 54,1	– 22,9	35,9	8–14	2,94	3,16

Проверка значимости коэффициентов по критерию Стьюдента показала, что все коэффициенты регрессии для исследуемых свойств и зон колес значимы, а после оценки адекватности моделей по критерию Фишера было установлено, что только в зоне обода уравнения являются адекватными. Это значит, что анализируемые факторы влияют на результаты эксперимента только в зоне обода. Выявленная особенность объясняется тем, что в спице и ступице более значимое влияние на формирование свойств оказывает структура, чем концентрации легирующих компонентов в исследуемом интервале.

Адекватные уравнения, отражающие связь с легирующими элементами и механических свойств обода записываются в следующем виде:

$$\sigma_b = 198 - 60C_{Mg} - 111,2C_{Mn} + 164C_{Cr}$$

$$\sigma_{0,2} = 113,6 - 11,3C_{Mg} - 180,9C_{Mn} + 186,7C_{Cr}$$

$$\delta = 16,7 - 61,7C_{Mg} - 34,7C_{Mn} + 57,2C_{Cr}$$

Адекватные модели могут с заданной надежностью прогнозировать эмпирические данные, и могут быть использованы для принятия решений и осуществления прогнозов свойств. На основании полученных уравнений можно сделать вывод, что наиболее сильное влияние на прочностные свойства обода колеса оказывает содержание марганца и хрома, а на пластические – концентрация магния и хрома, о чем свидетельствуют высокие коэффициенты регрессии. При этом положительное влияние, как на прочностные, так и на пластические свойства оказывает хром, а концентрацию магния и марганца в сплаве АК12 необходимо уменьшать.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

- 1.В.С. Золоторевский, Н.А Белов. Metalловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС, 2005. – 376с
2. Строганов Г.Б., Ротенберг В.А., Гершман Г.Б. М. Сплавы алюминия с кремнием. «Металлургия», 1977. 272 с.
- 3.Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. Пер. с англ. М.: Металлургия, 1979.